

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1851.

---

TRAVAUX

DE

LA COMMISSION FRANÇAISE

SUR L'INDUSTRIE DES NATIONS.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1851.

---

**TRAVAUX**  
DE  
**LA COMMISSION FRANÇAISE**  
SUR L'INDUSTRIE DES NATIONS,  
PUBLIÉS  
PAR ORDRE DE L'EMPEREUR.

---

**TOME III.**  
SECONDE PARTIE.



**PARIS.**  
IMPRIMERIE IMPÉRIALE.

---

M DCCC LV.

# X<sup>e</sup> JURY.

## INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES

DE PHYSIQUE, D'ASTRONOMIE, ETC.

PAR M. MATHIEU,

MEMBRE DE L'INSTITUT ET DU BUREAU DES LONGITUDES.

### COMPOSITION DU X<sup>e</sup> JURY.

#### MEMBRES TITULAIRES.

Sir David BREWSTER, <i>Président</i> principal de l'Université de Saint-Andrews. ....	Angleterre.
MM. le professeur Daniel COLLADON. ....	Suisse.
E. B. DENISON. ....	
J. GLAISHER, <i>Rapporteur</i> , astronome à l'Observatoire de Greenwich. ....	Angleterre.
Sir John HERSCHEL, directeur de la Monnaie, à Londres. ....	
le professeur HETSCH. ....	Danemark.
E. R. LESLIE, artiste. ....	États-Unis.
L. MATHIEU, membre du Bureau des longitudes et de l'Institut de France. ....	France.
W. H. MILLER, professeur de minéralogie, à Cambridge. ....	
Richard POTTER, professeur d'histoire naturelle, à Londres. ....	Angleterre.
SCHUBARTH, professeur de chimie. ....	Zollverein.
le baron Armand SÉGUIER, membre de l'Institut. ....	France.

#### ASSOCIÉS.

MM. J. S. BOWERBANK, à Londres. ....	
le Rev. W. S. KINGSLEY, du collège de Sidney, à Cambridge. ....	Angleterre.
QUETELET, secrétaire de l'Académie royale de Bruxelles. ....	Belgique.
lord WROTTESEY, à Londres. ....	Angleterre.

X<sup>e</sup> JURY.

1

## I.

## MACHINES A CALCULER.

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Pascal avait eu fort jeune l'idée d'employer des moyens mécaniques pour exécuter les opérations de l'arithmétique, qui demandent souvent beaucoup de temps et d'attention. Il concevait qu'une machine qui n'exigerait de l'opérateur qu'un concours purement manuel pour la mettre en mouvement, qui marcherait régulièrement, avec sûreté et promptitude, aurait le grand avantage de conduire à des résultats exacts avec une notable économie de temps. La machine qu'il a construite vers 1645, après de longs et dispendieux essais, était loin de répondre aux espérances qu'il avait conçues. Cette machine, qui paraît la plus ancienne connue, a servi de point de départ à presque tous ceux qui ont tenté de résoudre le problème de mécanique appliquée, posé par Pascal. Après bien des essais, Leibnitz avait été conduit à une machine arithmétique qu'il a décrite, qu'il avait déjà montrée à Londres en 1673, et qui fut très-longtemps pour lui un incessant objet de travail et de méditation. Depuis deux siècles, l'art s'est enrichi d'organes de mouvement, d'ingénieux systèmes d'engrenages qui ont aplani bien des difficultés dans les applications de la mécanique.

M. Babbage, qui a imaginé des moyens mécaniques aussi puissants qu'ingénieux pour exécuter des calculs très-complicés, m'a montré à Londres une machine à calculer, inventée en 1775 par le vicomte Mahon, depuis comte Stanhope. Elle consiste dans un système de cylindres tournant tous ensemble sur le même axe, le long duquel ils peuvent encore glisser. Ces cylindres sont placés entre deux rangées de cadrans parallèles à leur axe : la première sert de base à toutes les opérations, elle est suffisante pour l'addition et la soustrac-

tion, qui n'exigent qu'un seul tour de la manivelle ou des cylindres. C'est sur la seconde rangée de cadrans que se comptent les tours qu'il faut faire dans la multiplication et la division. Ces deux dernières opérations s'exécutent d'ailleurs en faisant glisser les cylindres sur leur axe commun. M. Thomas, de Colmar, avait pris en France, dans l'année 1820, un brevet d'invention pour une machine à calculer, composée principalement d'une suite de cylindres cannelés ou à arêtes saillantes. Ces cylindres, d'un très-petit diamètre, ne sont pas sur le même axe; ils sont placés les uns à côté des autres, et leurs axes sont parallèles et situés dans un plan horizontal. L'heureuse idée des cylindres cannelés a apporté une grande simplification dans la construction et le jeu de la machine. Une seule rangée de cadrans et ces cylindres suffisent pour l'addition et la soustraction. Il en est de même dans la multiplication et la division; alors seulement l'opérateur est obligé de compter les tours et de faire glisser à la main, non les cylindres, mais les cadrans. M. Thomas a construit des machines dans lesquelles, à l'aide d'un index et d'une vis parallèle aux cylindres, on peut enregistrer les tours dans la multiplication.

*Machine de MM. Maurel et Jayet.*

Avec les machines qui avaient paru successivement, on pouvait exécuter sans tâtonnement les calculs les plus simples de l'arithmétique; mais toutes exigeaient plus ou moins le concours de l'opérateur. MM. Maurel et Jayet entreprirent, il y a une douzaine d'années, la construction d'une machine nommée *Arithmaurel*, pour laquelle ils ont obtenu, en 1849, une médaille d'or à l'exposition de l'industrie française, et, plus tard, à l'Institut, le prix de mécanique de la fondation Montyon. On y retrouve les cylindres cannelés, employés dans la machine de M. Thomas, mais ils sont disposés autrement et combinés avec des moyens mécaniques très-ingénieux. Dans l'addition, la soustraction, la multiplication, la division, on a

1.

deux nombres dont on demande la somme, la différence, le produit ou le quotient. Quand ces deux nombres sont écrits avec les organes de l'arithmaurel, l'opération est faite par la machine et le résultat se lit sur des cadrans. Cet instrument n'exige le concours de l'opérateur que pour écrire les nombres donnés; il résout complètement le problème mécanique poursuivi il y a deux siècles avec tant de persévérance par Pascal. Cette ingénieuse machine exécute les quatre règles de l'arithmétique avec une grande rapidité et une exactitude égale à celle que l'on obtient péniblement par les procédés ordinaires de l'arithmétique. Elle pourrait, comme d'autres, servir à faire des calculs plus compliqués, tels que l'extraction des racines carrées et cubiques; mais ces calculs exigent sans cesse le concours d'un opérateur exercé et l'office de l'instrument devient très-secondaire. C'est dans la simple pratique des quatre règles de l'arithmétique que ces machines conservent leur avantage et sont réellement très-utiles pour exécuter beaucoup d'opérations numériques ordinaires.

*Machine de M. Thomas.*

M. THOMAS (de Colmar), (France, n° 390<sup>1</sup>), a exposé une machine à calculer nommée *arithmomètre* pour laquelle il avait pris un brevet d'invention en 1820.

L'organe principal de cette machine consiste dans une suite de *cylindres cannelés* semblables, dont les axes parallèles sont situés dans un même plan horizontal. Considérons le premier cylindre à droite. Sa surface, dans un peu moins de la moitié de son contour, est couverte par neuf *arêtes saillantes* placées les unes contre les autres comme des dents d'un engrenage cylindrique. Ces arêtes ont des longueurs proportionnelles aux nombres 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. La première

<sup>1</sup> Le numéro dans la parenthèse est le numéro d'ordre du catalogue officiel anglais.

occupe toute la longueur du cylindre et la dernière n'en est que la neuvième partie. Un arbre à section rectangulaire, parallèle au cylindre cannelé, porte un pignon à dix dents, mobile le long de cet arbre.

La boîte contenant le cylindre, l'arbre parallèle et le *pignon mobile*, est fermée par une table horizontale en cuivre dans laquelle on a pratiqué, exactement au-dessus de l'arbre, une *coulisse* parallèle au cylindre. Sur le bord de cette coulisse, qui a même longueur que le cylindre, on a tracé dix divisions à égales distances et marquées des nombres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Un *index*, qui glisse dans la coulisse et qui est lié au pignon mobile, le fait marcher le long de l'arbre. Supposons, par exemple, que l'on pousse l'index sur le n° 3 de la coulisse, le pignon qui le suit arrive vis-à-vis le commencement de l'arête saillante 3 du cylindre. Si le cylindre fait un tour entier, trois dents du pignon seront poussées par les trois arêtes saillantes 1, 2, 3, les seules qui puissent alors atteindre ce pignon, puisque les autres arêtes ne commencent qu'au-dessus du n° 3 de la coulisse.

L'arbre qui sert d'axe au pignon mobile porte à son extrémité, prolongée dans une autre boîte, un pignon fixe vertical à dix dents qui engrène par sa partie supérieure dans une *couronne* ou roue d'angle horizontale à dix dents. L'axe vertical de cette couronne est aussi l'axe d'un *cadran horizontal* sur le contour duquel on a marqué, dans dix cases, les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. La couronne, le cadran qui est par dessus, et leur axe commun, sont maintenus par un pont au-dessous d'une *tablette* en cuivre qui est de niveau avec la table des coulisses. Dans cette tablette, il y a une petite ouverture circulaire ou *fenêtre du cadran* par laquelle on voit passer, à partir de zéro, les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, quand le cadran fait un tour entier.

Maintenant concevons que l'index soit placé sur le n° 3 de la coulisse et que le cylindre fasse un tour entier ; les trois arêtes 1, 2, 3 du cylindre poussent trois dents du pignon mobile. Le pignon fixe, qui a même arbre que le pignon mo-

bile, avance également de trois dents. La couronne, entraînée à son tour par le pignon fixe, marche aussi de trois dents, et le cadran fait trois pas. On voit arriver à la petite fenêtre du cadran les chiffres 1 et 2, puis le chiffre 3, qui remplace le zéro qui s'y trouvait d'abord.

A côté du cylindre que nous venons de décrire avec tous ses accessoires, et qui correspond aux unités, on a placé parallèlement à gauche des cylindres semblables pour les dizaines, les centaines, etc. La tablette porte indépendamment des cadrans correspondants à chaque cylindre, d'autres cadrans sur la gauche en nombre au moins égal, afin de pouvoir exécuter les opérations qui conduisent à un grand nombre de chiffres.

Le moteur de la machine est une manivelle que l'on tourne toujours de gauche à droite, et qui, au moyen d'un arbre de couche, fait tourner à la fois tous les cylindres cannelés de droite à gauche. Ceux-ci, par leurs arêtes saillantes, poussent les pignons mobiles, et les font toujours tourner de gauche à droite.

Pour transporter dans les fenêtres des cadrans un nombre donné 75, on pousse l'index du premier cylindre de droite ou des unités sur le n° 5 de la coulisse, on fait de même monter l'index des dizaines sur le n° 7. Le nombre 75 est alors écrit sur les coulisses avec deux index, et un tour de manivelle le transporte dans les fenêtres des deux premiers cadrans de droite.

*Addition.* — On écrit un nombre avec les index ; on fait un tour de manivelle et il est transporté dans les fenêtres où se trouvaient d'abord des zéros. On transporte de même un deuxième nombre qui s'ajoute au premier, puis un troisième et ainsi de suite. La somme de tous ces nombres est alors écrite dans les fenêtres des cadrans.

Quand la somme de deux chiffres qui s'ajoutent sur un même cadran surpasse 9, les unités se trouvent dans la fenêtre de ce cadran, et la dizaine ou la *retenue* passe sur le cadran de gauche. Voici comment s'opère ce passage : quand

le zéro qui suit 9 arrive à la petite fenêtre, une *came* en acier, placée sous le disque du cadran vis-à-vis zéro, presse et fait tourner le bras d'un levier coudé, une cheville ou *doigt*, qui tourne de droite à gauche, s'engage dans les dents du pignon fixe des dizaines, le fait avancer d'un pas, et l'on voit le chiffre 1 à la fenêtre du cadran des dizaines. Pendant que les chiffres de 1 à 9 traversent la fenêtre du cadran des unités qui tourne de droite à gauche, le support du doigt se déplace progressivement au moyen d'un plan incliné circulaire. Le bras du levier tourne en même temps en sens contraire, revient à sa première position, où il est de nouveau pressé par la came lorsque le zéro reparaît dans la petite fenêtre. Un ressort presse l'autre bout du levier coudé, qui ne peut, en conséquence, tourner que par l'action de la came ou par le jeu du plan incliné.

*Soustraction.* — Quand le grand nombre est transporté dans les fenêtres des cadrans et le petit nombre écrit avec les index, la soustraction s'opère par un tour de manivelle. Mais alors les cadrans, au lieu de tourner de droite à gauche dans l'ordre croissant 1, 2, 3, etc., comme pour l'addition, doivent tourner de gauche à droite dans l'ordre inverse des chiffres. Ce changement s'obtient au moyen d'un second pignon fixe sur chaque arbre. Ce second pignon vertical atteint la couronne horizontale dans un point diamétralement opposé au point où engrène le pignon pour l'addition. La couronne poussée en sens contraire fait tourner le cadran dans l'ordre inverse des chiffres. A l'aide d'un bouton indicateur amené sur les mots addition et multiplication, ou sur les mots soustraction et division, on est sûr de faire embrayer dans la couronne horizontale d'un côté le pignon pour l'addition, et, de l'autre, le pignon opposé pour la soustraction, en tournant toujours la manivelle de gauche à droite.

*Multiplication.* — On écrit le multiplicande avec les index. Dans un nombre de tours égal aux unités du multiplicateur, le

multiplicande s'ajoute à lui-même autant de fois qu'il y a d'unités dans le multiplicateur et le premier produit partiel se trouve dans les chiffres apparents des cadrans. Alors on fait glisser à la main vers la droite la tablette des cadrans de manière que le cadran des dizaines prenne la place des unités, corresponde à la coulisse des unités. Avec autant de tours de manivelle qu'il y a de dizaines dans le multiplicateur, le second produit partiel, qui se compose de dizaines, se forme et s'ajoute au premier produit partiel, mais en commençant par les dizaines. Pour chaque autre chiffre du multiplicateur on continue d'avancer les cadrans d'un rang vers la droite, puis de tourner la manivelle pour former et ajouter les produits partiels correspondants. Le produit total composé de la somme des produits partiels, pour tous les chiffres du multiplicateur, se trouve enfin dans les fenêtres des cadrans.

*Division.* — On amène l'indicateur sur le mot division pour faire embrayer dans la couronne le pignon vertical qui pousse chaque cadran dans l'ordre inverse des chiffres comme dans la soustraction. Après avoir écrit le dividende dans les fenêtres des cadrans et le diviseur avec les index, on voit quelle est la tranche de chiffres du dividende qu'il faut prendre sur sa gauche pour contenir le diviseur, et l'on fait glisser la tablette des cadrans de gauche à droite, de manière que le chiffre de droite de cette tranche soit au-dessus des unités du diviseur. On tourne la manivelle jusqu'à ce que la tranche soit réduite dans les fenêtres à un nombre plus petit que le diviseur; le nombre de tours est précisément le premier chiffre de gauche du quotient. Le reste de la tranche et le chiffre suivant du dividende forment une seconde tranche; on fait rentrer d'un rang la tablette des cadrans pour que le nouveau chiffre de droite se trouve vis-à-vis les unités du diviseur. Alors le nombre de tours de la manivelle donne le second chiffre du quotient et ainsi de suite. On continue de la même manière pour obtenir les autres chiffres du quotient. On doit écrire à part les chiffres du quotient, parce qu'il n'en reste pas de trace dans

la machine. Quand la division ne se fait pas exactement, le reste se trouve dans les fenêtres des cadrans.

En résumé, l'arithmomètre opère immédiatement l'addition et la soustraction. Quand deux nombres sont écrits dans les fenêtres des cadrans et sur les coulisses avec les index, la somme ou la différence des nombres se trouve dans les fenêtres des cadrans après un tour de manivelle. Dans la multiplication et la division, quand on a écrit seulement le multiplicande avec les index, ou bien le dividende dans les fenêtres des cadrans et le diviseur avec les index, on doit faire autant d'opérations partielles qu'il y a de chiffres dans le multiplicateur ou le quotient; et, après chacune de ces opérations, il faut encore effectuer à la main le déplacement des cadrans. C'est par ce concours facile de l'opérateur que M. Thomas est parvenu à construire une machine très-simple, très-commode, pour exécuter avec promptitude les calculs les plus ordinaires de l'arithmétique.

Avec le grand modèle à huit cylindres cannelés et seize cadrans, qui a 55 centimètres de longueur sur 16 de largeur et 7 de hauteur, on peut faire la multiplication de huit chiffres par huit chiffres ou de sept par neuf, et la division de seize chiffres par huit chiffres.

Le jury décerne à M. Thomas une récompense de second ordre.

*Machine de M. Staffel.*

M. STAFFEL (Varsovie, n° 148). La machine à calculer de cet exposant est renfermée dans une boîte de 46 centimètres de longueur sur 23 de largeur et 10 de hauteur. Elle se compose principalement de sept cylindres de 5 à 6 centimètres de diamètre et 2 de hauteur, ayant pour axe commun un arbre horizontal, qui est aussi l'axe longitudinal de la boîte. Une manivelle fait tourner à la fois l'arbre et tous les cylindres, qui peuvent d'ailleurs glisser tous ensemble le long de l'arbre dont ils occupent à peu près la moitié de la longueur. Une

rangée de treize cadrans, portant sur leur contour les dix chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, est placée sous une grande tablette horizontale parallèle à l'arbre et fixée sur le côté de la boîte. Pour chaque cadran, il y a dans la tablette une petite ouverture rectangulaire ou fenêtre par laquelle on voit toujours un chiffre du cadran. Chaque cylindre a aussi une petite fenêtre percée dans sa surface; il renferme dans son intérieur un mécanisme tel, que, quand on amène à cette fenêtre, à l'aide d'un index, le chiffre 3, par exemple, on fait sortir trois dents par des ouvertures pratiquées sur son contour. Dans un tour de cylindre, ces trois dents, en vertu de leur saillie, atteignent le cadran correspondant de la tablette, le font avancer de trois pas, et l'on voit arriver le chiffre 3 dans la fenêtre de ce cadran, au lieu du zéro qui s'y trouvait d'abord.

*Addition.* — Un nombre est écrit dans les fenêtres des cylindres avec les index, après avoir poussé un indicateur sur le mot addition. Un tour de manivelle (de gauche à droite) transporte ce nombre dans les fenêtres des cadrans.

Dans l'addition de deux chiffres sur un cadran, les unités restent dans la fenêtre de ce cadran et la dizaine ou la retenue passe sur le cadran suivant à gauche, au moyen d'un levier qui s'appuie sur le contour d'une grande roue portant un plan incliné. Quand un cadran passe de 9 à 0, le pignon que porte ce levier engrène dans la roue du cadran suivant et lui fait faire un pas.

*Soustraction.* — Quand le grand nombre se trouve dans les fenêtres des cadrans, le petit nombre dans les fenêtres des cylindres et l'indicateur sur le mot soustraction, un tour de manivelle (de droite à gauche, en sens contraire de l'addition) opère la soustraction, et le reste se trouve dans les fenêtres des cadrans.

Les cylindres et les cadrans de la tablette suffisent pour l'addition et la soustraction, qui n'exigent qu'un tour de ma-

nivelle. Dans la multiplication et la division, il en serait de même en faisant compter les tours par l'opérateur; mais ils sont indiqués sur la machine au moyen d'une seconde rangée de sept cadrans. Les cylindres se trouvent ainsi entre la grande tablette des cadrans dont nous venons de parler et une petite tablette fixée sur l'autre côté de la boîte. Cette tablette des tours est percée de fenêtres correspondantes aux sept cylindres. Le premier cylindre de droite ou des unités porte seul une came qui atteint toujours un des sept cadrans placés sous la petite tablette. Dans un tour de manivelle la came fait avancer ce cadran d'un pas, et le tour est enregistré dans la fenêtre correspondante de la petite tablette.

*Multiplication.* — L'indicateur étant sur le mot multiplication, on écrit le multiplicande dans les fenêtres des cylindres et le multiplicateur dans les fenêtres des tours ou de la petite tablette. On fait tourner la manivelle (de gauche à droite, comme dans l'addition) jusqu'à ce que le chiffre des unités du multiplicateur soit réduit à zéro. On est sûr, par là, que le nombre de tours est égal à ces unités, et que le premier produit partiel se trouve dans les fenêtres des cadrans de la grande tablette. Alors il faut faire avancer le multiplicande ou les cylindres d'un rang à gauche, de manière que le cylindre des unités corresponde au cadran des dizaines. Quand le chiffre des dizaines du multiplicateur est réduit à zéro, on a fait autant de tours qu'il y a de dizaines, et le second produit partiel s'est ajouté au premier, mais en commençant par les dizaines. On continue d'avancer les cylindres d'un rang vers la gauche et de tourner la manivelle jusqu'à ce que les autres chiffres du multiplicateur soient réduits à zéro dans les fenêtres des tours. Les produits se forment et s'ajoutent à mesure aux précédents, et le produit total se lit dans les fenêtres des cadrans.

*Division.* — Le dividende étant écrit dans les fenêtres de la grande tablette et le diviseur sur les cylindres, on pousse

l'indicateur sur le mot division; alors on fait glisser les cylindres de manière que le diviseur qu'ils représentent se trouve sous les chiffres de gauche du dividende. On tourne la manivelle (de droite à gauche) tant que l'on peut retrancher le diviseur de la première tranche du dividende. Le nombre de tours marqué dans une fenêtre des tours est précisément le chiffre de l'ordre le plus élevé du quotient. On fait avancer le diviseur ou les cylindres d'un rang vers la droite, on tourne la manivelle, et on trouve sur la tablette des tours le second chiffre du quotient et ainsi de suite. Quand le diviseur a été retranché du dividende autant que possible, le quotient est sur la tablette des tours et le reste de la division sur la grande tablette.

Avec cette machine on peut faire la multiplication de sept chiffres par six chiffres, et la division de treize chiffres par sept chiffres.

Le jury a trouvé l'instrument de M. Staffel digne de la récompense du second ordre.

*Abaque de M. Lalanne.*

M. Léon LALANNE (France, n<sup>o</sup> 1650) a exposé une règle à calcul à enveloppe de verge construite par de nouveaux procédés, puis un *Abaque* ou *compteur universel*, qui a plus particulièrement fixé l'attention du jury. C'est un tableau graphique formé seulement de lignes droites, avec lequel on peut obtenir facilement, à un deux centièmes près, les résultats de tous les calculs que l'on effectue ordinairement avec la règle logarithmique (*sliding rule*).

Les relations qui existent entre l'algèbre et la géométrie fournissent les moyens de résoudre par l'algèbre des problèmes de géométrie, et par la géométrie des problèmes d'algèbre. Le produit  $p$  de deux facteurs  $x$  et  $y$  dépend de la résolution de l'équation

$$x y = p.$$

Avec des valeurs particulières de  $x$  et  $y$ , on forme une table qu'on nomme à double entrée, parce qu'on y entre avec deux nombres  $x$  et  $y$  pour avoir leur produit  $p$ . Quand les nombres donnés  $x$  et  $y$  ne sont pas ceux de la table, il faut prendre de doubles parties proportionnelles, ce qui est très-long et très-sujet à erreur.

Mais le produit  $p$  peut aussi s'obtenir d'une manière plus générale par la géométrie, en construisant sur un tableau, pour différentes valeurs de  $p$ , les hyperboles équilatères représentées par l'équation  $xy = p$ . Le produit  $xy$  est donné par la puissance ou l'indice  $p$  de l'hyperbole sur laquelle se rencontrent les deux coordonnées rectangulaires  $x$  et  $y$ . M. Pouchet a donné le premier, dans son arithmétique linéaire, publiée en 1796, un tableau graphique avec des hyperboles équilatères pour obtenir les produits de deux nombres.

M. Lalanne ne s'est pas arrêté là. Au moyen des logarithmes, il change l'équation :  $xy = p$ ,

$$\text{en} \dots \dots \dots \log. x + \log. y = \log. p,$$

$$\text{ou simplement} \dots \quad x' + y' = p';$$

et il porte dans son tableau, au lieu des lignes  $x, y, p$ , les lignes  $x', y', p'$ , qui en représentent les logarithmes. Alors l'équation  $xy = p$  est remplacée par l'équation linéaire  $x' + y' = p'$ , qui représente une suite de lignes droites parallèles, inclinées de  $45^\circ$  sur les deux axes rectangulaires des  $x$  et des  $y$ . Grâce à cette heureuse transformation des hyperboles en lignes droites, M. Lalanne a rendu très-facile la construction et l'usage de son tableau graphique.

C'est par de simples lectures, sans mesures, sans mouvement, que s'effectuent la multiplication, son inverse la division, la formation des carrés, des cubes et même des puissances quelconques, l'extraction des racines carrées et cubiques.

Le jury a reconnu cet instrument très-digne d'une mention honorable.

*Autres machines à calculer.*

M. SCHILT (Suisse, n° 59). La machine inventée par cet exposant n'est qu'un simple additionneur. Quand un nombre est écrit dans les fenêtres d'une rangée de cadrans, on pose le doigt sur une des neuf touches qui portent les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et le nombre écrit se trouve augmenté de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9 unités. Le jury accorde une mention honorable à M. Schilt.

M. WERTHEIMER (Angleterre, n° 387) a exposé une machine pour l'addition et la soustraction, et une autre pour compter les oscillations du piston d'une machine à vapeur. Quoique ces instruments laissent à désirer sous plusieurs rapports, le jury leur accorde une mention honorable.

M. BARANOWSKI (France, n° 15) a exposé une taxe-machine, ou barème mécanique, qui donne des comptes faits ou des produits de deux nombres. Le papier sur lequel se trouvent les divers produits s'enroule sur deux cylindres parallèles, que l'on fait tourner avec une manivelle. Une touche, que l'on fait glisser avec le doigt, découvre le produit que l'on cherche, et que l'on voit paraître seul dans une case, en sorte qu'il n'y a aucune crainte de se tromper, comme quand on prend les comptes faits dans un barème. Ainsi, avec le prix de la journée et le nombre de jours de travail d'un ouvrier, une manœuvre très-simple fait paraître sur-le-champ ce qui lui revient. M. Baranowski a encore exposé une machine à addition continue d'une unité, qui sert à imprimer, pour les théâtres et les chemins de fer, des billets avec changement du numéro et de la marque du contrôle. Cette jolie et ingénieuse machine a été reconnue par le jury (classe VI) digne d'une récompense du second ordre.